

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



SUFICIENCIA PROFESIONAL

"FIBRA DIETÉTICA"

Monografía presentada por la bachiller:

DIANA MILAGROS ZAMORA VALENCIA

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera en Industrias Alimentarias.

Arequipa- Perú

2013

AGRADECIMIENTO

A cada uno de los profesores que tuve la oportunidad de tenerlos como maestros a lo largo del desarrollo de mis estudios por su paciente y tolerante preocupación por inculcar en cada uno de sus alumnos la constancia y perseverancia.

A mis hijos: Felipe, Franco y Valeria.

Por su apoyo y comprensión en cada uno de sus días de felicidad que me regalan.

A mi esposo y a mi madre.

Por creer siempre en mí y apoyarme en todo momento.

DEDICATORIA

A nuestro Creador Dios, por darnos la vida, la voluntad, y el tiempo.

Nunca es demasiado tarde para intentar conseguir aquello que de verdad deseas.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| 1.-INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1.-JUSTIFICACIÓN | 2 |
| 2.-DESARROLLO DEL TEMA | 3 |
| 2.1.-CONCEPTO DE FIBRA DIETÉTICA..... | 3 |
| 2.2.-COMPUESTOS DONDE ENCONTRAMOS FIBRA DIETÉTICA..... | 4 |
| 2.2.1.-LA CELULOSA Y SUS PROPIEDADES..... | 4 |
| 2.2.2.-HEMICELULOSA..... | 5 |
| 2.2.3.-SUSTANCIAS PÉPTICAS..... | 5 |
| 2.2.4.-EL ALMIDÓN..... | 6 |
| A).-AMILOSA..... | 6 |
| B).-AMILOPECTINA..... | 6 |
| 2.2.5.-ALMIDÓN RESISTENTE | 7 |
| 2.2.6.-INULINA..... | 8 |
| 2.3.-COMPUESTOS NO POLISACARIDOS NO CARBOHIDRATADOS Y ESTRUCTURALES .. | 9 |
| 2.3.1.- LIGNINA, | 9 |
| 2.4.--POLISACARIDOS NO ESTRUCTURALES..... | 10 |
| 2.4.1.-GOMAS..... | 10 |
| 2.4.2.-MUCILAGOS..... | 10 |
| A).- MUCÍLAGOS ÁCIDOS..... | 11 |
| B).-MUCÍLAGOS NEUTROS..... | 11 |
| 2.4.3.-CARRAGENINA..... | 11 |
| 2.4.4.-ALGINATO | 12 |
| 2.4.5.-OTRAS SUSTANCIAS..... | 13 |
| 2.5.-COMPONENTES QUÍMICOS DE LA FIBRA DIETÉTICA..... | 13 |
| 2.5.1.-POLISACARIDOS NO AMILÁCEOS..... | 13 |

| | |
|--|----|
| 2.5.2.-OLIGOSACARIDOS RESISTENTES | 13 |
| 2.5.3.-FRUCTO OLIGOSACÁRIDOS (FOS):..... | 13 |
| 2.5.4.-GALACTO OLIGOSACÁRIDOS (GOS):..... | 13 |
| 2.6.-CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS SEGÚN SOLUBILIDAD | 14 |
| 2.6.1.-FIBRA INSOLUBLE..... | 15 |
| 2.6.2.-FIBRA SOLUBLE..... | 15 |
| 2.7.-CLASIFICACION DE LA FIBRA DIETETICA SEGÚN SU COMPOSICION:..... | 17 |
| 2.7.1.-FIBRA VERDADERA O VEGETAL..... | 17 |
| 2.7.2.-FIBRA DIETÉTICA TOTAL | 17 |
| 2.7.3.-FIBRA BRUTA O CRUDA | 17 |
| 2.8.-CLASIFICACION DE LA FIBRA DIETETICA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA FERMENTACION BACTERIANA..... | 17 |
| 2.8.1.-FIBRA POCO FERMENTABLE..... | 17 |
| 2.8.2.-FIBRA MUY FERMENTABLE | 17 |
| 2.9.-IMPORTANCIA DE LAS PROPIEDADES FISIOLÓGICAS DE LA FIBRA SEGÚN EL CONSUMO. | 18 |
| 2.9.1.-FIBRA DIETÉTICA CONTRIBUYE A LA BAJA DE LA TENSIÓN ARTERIAL..... | 18 |
| 2.9.2.-AUMENTO DE EXCRECIONES DE ÁCIDOS BILIARES..... | 18 |
| 2.9.3.-DISMINUCIÓN DE LA ABSORCIÓN DE LAS GRASAS | 19 |
| 2.9.4.-CAPTACIÓN Y FIJACIÓN DE SUSTANCIAS ORGÁNICAS E INORGÁNICAS..... | 19 |
| 2.9.5.-CAPACIDAD DE INTERCAMBIO IÓNICO | 20 |
| 2.9.6.-CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, VISCOSIDAD Y RETENCIÓN DE AGUA..... | 20 |
| 2.9.7.-TRASTORNOS RELACIONADOS CON EL DÉFICIT DE FIBRA..... | 21 |
| 2.9.8.-TRASTORNOS RELACIONADOS CON EL EXCESO DE FIBRA. | 21 |
| 3.-FUENTES DE FIBRA DE POTENCIAL PREBIÓTICO. | 21 |
| 3.1.-PREBIÓTICOS Y SU RELACIÓN CON LOS PROBIÓTICOS. | 22 |
| 4.-MÉTODOS ANALÍTICOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA FIBRA DIETETICA..... | 22 |
| 4.1.-METODOS GRAVIMETRICOS..... | 23 |
| 4.2.-METODOS QUIMICOS | 23 |
| 4.2.1.-Fibra cruda..... | 23 |
| 4.2.2.-Fibra ácido detergente..... | 23 |

| | |
|---|----|
| 4.2.3.- Fibra neutra detergente | 24 |
| 4.2.4.-Fibra dietética total simplificada..... | 24 |
| 4.3.-METODO ENZIMATICO-GRAVIMETRICO..... | 24 |
| 4.4.-METODOS QUÍMICO-ENZIMÁTICO-GRAVIMÉTRICO | 25 |
| 4.5.-METODO ENZIMATICO QUIMICO | 26 |
| 5.-COLORIMÉTRICOS..... | 26 |
| 5.1.-MÉTODO DE SOUTHGATE..... | 26 |
| 5.2.-CROMATOGRAFÍA DE GAS LÍQUIDO..... | 26 |
| 5.3.-MÉTODO DE ENGLYST Y COLS. | 27 |
| 5.4.-MÉTODO DE THEANDER Y COLS..... | 27 |
| 5.5.-CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA PRESIÓN | 28 |
| 6.-FACTORES A TOMAR EN CUENTA PARA LA ELECCIÓN DEL MÉTODO:..... | 28 |
| 7.-EJEMPLO: | 28 |
| 8.-CONCLUSIONES | 30 |

RESUMEN

La fibra dietética es un comestible de origen vegetal que desempeña diversas funciones en el organismo, por ser resistente a la hidrólisis de las enzimas digestivas del ser humano, se encuentra en compuestos formados por polisacáridos estructurales, en hidratos de carbono, cereales, frutas, verduras y legumbres, celulosa, hemicelulosas, pectina, rafinosa, mucílagos, gomas, los oligosacáridos no digeribles, como la inulina y oligofruktosas y en la lignina. La microestructura porosa de la fibra permite la retención de grasas y agua. Sus funciones en el organismo son: favorecer el tránsito intestinal, capta sales minerales y tiene la capacidad de unirse a los ácidos biliares y formar micelas, aumentando la conversión en el hígado de colesterol en ácidos biliares, reduce los niveles de glucosa en la sangre. El consumo diario de alimentos ricos en fibra, como verduras, legumbres, frutas y salvado de avena ayuda a reducir el colesterol LDL (malo) y aumentar el colesterol HDL previniendo enfermedades cardíacas. El almidón que no se hidroliza en todo el proceso de la digestión, constituye el 20% del almidón ingerido en la dieta. Los probióticos estimulan las funciones protectoras del sistema digestivo con la producción de bacteriocinas y ácido láctico. Son también conocidos como bioterapéuticos, bioprotectores o bioproliféricos y se utilizan para prevenir las infecciones gastrointestinales, durante la fermentación se producen principalmente tres tipos de ácidos grasos de cadena corta: acético, propiónico y butírico, que son reabsorbidos e interactúan en algunas rutas metabólicas y eventos genéticos de tumorigenesis, para medir la fibra dietética se utilizan los métodos gravimétricos y métodos enzimáticos químicos.

PALABRAS CLAVES: Funciones, resistentes, vegetal, enzimas, probióticos, fermentación, salud.

SUMMARY

Dietary fiber is an edible vegetable that performs various functions in the body, being resistant to the hydrolysis of human digestive enzymes, is found in compounds composed of structural polysaccharides, carbohydrates, cereals, fruits, vegetables and legumes, cellulose, hemicelluloses, pectin, raffinose, mucilages, gums, non-digestible oligosaccharides, such as inulin and oligofructose and in lignin. The porous microstructure of the fiber allows the retention of fats and water. Its functions in the body are: promote intestinal transit, captures mineral salts and has the ability to bind bile acids and form micelles, increasing the conversion in the liver of cholesterol in bile acids, reduces blood glucose levels. Daily consumption of fiber-rich foods such as vegetables, legumes, fruits and oat bran helps lower LDL (bad) cholesterol and increase HDL cholesterol by preventing heart disease. The starch that is not hydrolyzed in the whole process of digestion, constitutes 20% of the starch ingested in the diet. Probiotics stimulate the protective functions of the digestive system with the production of bacteriocins and lactic acid. They are also known as biotherapeutics, bioprotectors or bioprophylactics and are used to prevent gastrointestinal infections. During fermentation, three types of short chain fatty acids are produced: acetic, propionic and butyric, which are reabsorbed and interact in some metabolic pathways and events. Tumorogenesis genetics Gravimetric methods and chemical enzymatic methods are used to measure dietary fiber.

KEY WORDS: Functions, resistant, vegetable, enzymes, probiotics, fermentation, health.

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO DICTAMINADOR



Ing. Anibal Vásquez Chicata



Ing. Johnny Mariño Salcedo



Ing. Antonio Durand Gámez.

FIBRA DIETETICA

1.-INTRODUCCIÓN

La fibra dietética es el material comestible que no puede ser degradado por las enzimas humanas endógenas, la fibra dietética, de frutas, verduras y cereales, es importante en la alimentación humana, por el bajo contenido calórico de grasas, de ácidos grasos saturados, de colesterol, de azúcar; da la sensación de saciedad, y constituye fuentes de vitaminas, minerales y oligoelementos.

La fibra soluble de los porotos, avena, semillas de linaza y frutas ayuda a reducir los niveles totales de colesterol en la sangre reduciendo la cantidad de lipoproteínas de baja densidad (LDL) o colesterol "malo". Controla los niveles de glucosa en la sangre al disminuir la absorción de azúcar y aumentar la sensibilidad a la insulina.

La resistencia a la insulina provoca diabetes tipo 2, el salvado de trigo y de avena por contener fibra soluble tiene una capacidad para absorber y retener agua, aumentan el tamaño de las heces fecales en la cavidad intestinal, ablandando la materia fecal y reduciendo la incidencia de constipación, hemorroides, hernia de hiato, varices en miembros inferiores, presión intraabdominal; porque aumenta el tránsito del contenido intestinal. La fibra dietética fermentada en el colon produce ácidos grasos de cadena corta, volátiles como el acetato, propionato y butirato, que suprimen la síntesis de colesterol en el intestino y forman una fina capa en la luz intestinal, que actúa como barrera física disminuyendo la reabsorción de grasas, carbohidratos, ácidos biliares, glucosa postprandial y la demanda de insulina.

El consumo diario recomendado de fibra de 25g a 35g se consume en 3 porciones de frutas, 2 de verduras y 3 de granos integrales, beneficiando la salud. El exceso de fibra vegetal puede acarrear problemas como aumentar la excreción de nitrógeno y causar meteorismo, entorpecer la digestión y la absorción de proteínas.

La lignina de la fibra no es alimento, su estructura tridimensional basada en unidades de los alcoholes aromáticos sinapril y coniferil evitan el carcinoma del intestino grueso. La cantidad de fibra dietética se determina con el método AOAC 985.29 o se puede usar el método AOAC 997.08 para fructanos o método enzimático gravimétrico.

1.1.-JUSTIFICACIÓN

La microestructura porosa de la fibra permite la retención de grasas y agua. La fibra capta sales minerales y tiene la capacidad de unirse a los ácidos biliares y formar micelas y aumenta la excreción de los mismos, aumentando la conversión en el hígado de colesterol en ácidos biliares, esto provoca la disminución de los depósitos de colesterol libre hepático, y su restauración de estos depósitos se produce mediante la regulación de los receptores de la lipoproteína de baja densidad LDL, dando lugar a una disminución del colesterol-LDL (malo) plasmático. El menor grado de acidez y la acción de la microbiota intestinal dan lugar a una mayor absorción del ácido biliar secundario, desoxicólico.

El consumo diario de alimentos ricos en fibra, como verduras, legumbres, frutas y salvado de avena ayuda a reducir el colesterol LDL (malo) y aumentar el colesterol HDL.

La fibra soluble aumenta la atracción y ayuda a mejorar la sensibilidad a la insulina, ayuda al cuerpo a hacer uso de sus propias hormonas anabólicas. La insulina ayuda al

cuerpo a usar la glucosa como energía, al aprovechamiento metabólico de los nutrientes, en altas concentraciones la insulina activa sus otros receptores ubicados en las células de grasa (adipocitos) produciendo obesidad; y en los nefrones estimula la retención de líquido; en los ovarios aumenta la producción de testosterona, pudiendo ocasionar infertilidad, acné y caída del cabello (Síndrome de Ovario Poli quístico); en el hígado, estimula la formación de triglicéridos; y en los vasos sanguíneos, produce hipertensión y aumento de la coagulación sanguínea.

La fibra dietética y almidón resistente actualmente son cuantificados por procedimientos acordes con su ingreso al organismo humano y su degradación por procesos enzimáticos. No todas las formas de almidón son biodisponibles y fácilmente absorbibles a esta pequeña fracción no digerible se conoce como 'almidón resistente' (AR) que junto con la fibra dietética insoluble y soluble es fermentado en el colon por la flora microbiana dando importantes beneficios en la salud humana (Asp y Björck,1992). Durante la fermentación se producen principalmente tres tipos de ácidos grasos de cadena corta: acético, propiónico y butírico, los cuales son reabsorbidos e interactúan en algunas rutas metabólicas y eventos genéticos de tumorigenesis.

2.-DESARROLLO DEL TEMA

2.1.-CONCEPTO DE FIBRA DIETÉTICA

Conjunto heterogéneo de sustancias que son la parte comestible de origen vegetal, hidratos de carbono, polisacáridos y lignina, resistentes a la hidrolisis de las enzimas digestivas del ser humano y "químicamente estaría representado por la suma de los polisacáridos que no son almidones ni lignina"¹, "al no ser digeridas en el intestino

¹ <http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/Ah833s18.htm>

delgado llegan intactos al colon donde algunos pueden ser hidrolizados y fermentados por la flora colónica"²

2.2.-COMPUESTOS DONDE ENCONTRAMOS FIBRA DIETÉTICA.

Estos compuestos formados por polisacáridos estructurales o polisacáridos no almidón que contienen fibra dietética se encuentra en hidratos de carbono, cereales poco procesados de origen vegetal, frutas, verduras y legumbres, azúcares complejos, celulosa, hemicelulosas, pectina, Rafinosa, mucílagos, gomas, los oligosacáridos no digeribles, como la inulina y oligofruktosas, en los polisacáridos no almidonados (polisacáridos no amiláceos) y en la lignina.

2.2.1.-LA CELULOSA Y SUS PROPIEDADES.

Polisacárido formado por unidades de 200 moléculas como mínimo de glucosa de cadena lineal hasta (10,000), con enlaces B-1-4, entre cadenas adyacentes estructura tridimensional, formando microfibras, es un componente mayoritario de la pared celular de los vegetales y parte insoluble de la fibra dietética, es abundante en la harina entera de los cereales, salvado y verduras, alcachofas, espinacas, judías verdes y otros, sus propiedades son:

Retener agua en las heces (100 gr pueden fijar 40 cc de agua).

Aumentar el volumen y el peso de las heces.

2 Nutr. Hosp. vol.21 supl.2 Madrid may.2006

Favorecer el peristaltismo del colon.

Disminuir el tiempo de tránsito clónico.

Aumentar el número de deposiciones intestinales.

Reducir la presión intraluminal.

2.2.2.-HEMICELULOSA.

Son un grupo heterogéneo de polisacáridos (pentosas, sobre todo D-xilano) ramificados que se unen fuertemente entre si y las micro fibrillas de celulosa, mediante puentes de hidrogeno, tienen estructura amorfa o para cristalina.

Las moléculas de hemicelulosa tienen de 200 a 500 monosacáridos por molécula y se sintetizan en el aparato de Golgi. La Hemicelulosa más abundante es el xiloglucano. Si es rica en ácido urónico se denominará hemicelulosa ácida y neutra sí no es así. Sus propiedades son las mismas de la celulosa, favorece el aumento de la excreción de ácidos biliares.

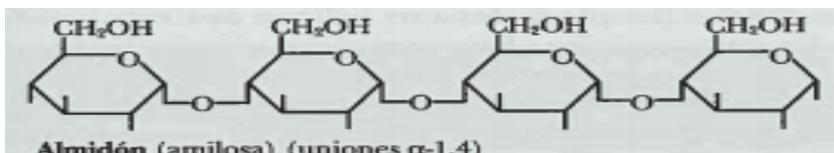
2.2.3.-SUSTANCIAS PÉPTICAS.

Son polímeros del ácido metil D-galacturónico, se encuentran en la piel de ciertas frutas como la manzana o en la pulpa de otros vegetales como los cítricos, la fresa, el membrillo y la zanahoria. Debido a sus enlaces cruzados adopta forma de gel, retienen agua y es soluble en agua caliente. Su estructura puede estar formada hasta por 1.000 monosacáridos. (Fibra soluble).

Actúan así: Absorben el agua, Retrasan el vaciamiento gástrico, suministran el sustrato fermentable para las bacterias del colon, fijan los ácidos biliares y aumentan su excreción reduciendo la concentración plasmática de colesterol.

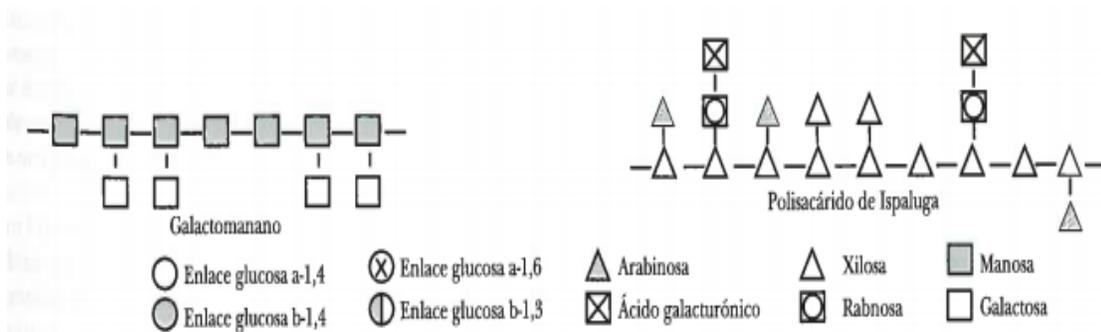
2.2.4.-EL ALMIDÓN.

Es un polisacárido, específicamente homo polisacárido de reserva energética, constituido por la unión de grandes cantidades de monómeros de glucosa. El almidón está formado por dos compuestos de diferente estructura: Amilosa y Amilopectina.



A).-AMILOSA.- Está formada por α -D- glucopiranosas unidas por centenares o miles de (300 a 3000 unid. de glucosa), mediante enlaces α (1 \rightarrow 4) en una cadena sin ramificar o muy escasamente ramificada mediante enlaces α (1 \rightarrow 6). Esta cadena adopta una disposición helicoidal y tiene seis monómeros por cada vuelta de hélice, Suele constituir del 25 al 30 % del almidón.

B).-AMILOPECTINA: Constituye el 70-75 % restante. También está formada por α -D- glucopiranosas, aunque en este caso conforma una cadena altamente ramificada en la que hay uniones α -(1 \rightarrow 4), como se indicó en el caso anterior, y muchos enlaces α - (1 \rightarrow 6) que originan lugares de ramificación cada doce monómeros. Su peso molecular es muy elevado, ya que cada molécula suele reunir de 2.000 a 200.000 unidades de glucosa.



2.2.5.-ALMIDÓN RESISTENTE

Resulta de la retrogradación del almidón, es el almidón que no es fácilmente gelatinizado. Son moléculas inaccesibles o inatacables en su totalidad por las correspondientes enzimas digestivas, especialmente la amilasa pancreática, el cambio estructural es por la reacción de maillard, el almidón cristalino y similares tipos de almidón. Lo encontramos en tubérculos como la patata y semillas, también en frutos, rizomas y médula de muchas plantas. El almidón que no se hidroliza en todo el proceso de la digestión constituye el 20% del almidón ingerido en la dieta, el plátano tiene 90% de almidón resistente, este se reduce cuando se someten a tratamiento térmico.

Clasificación del almidón desde una perspectiva nutricional.

“Esta fracción de almidón resistente se ha subdivido en tres tipos. El tipo 1 o almidón físicamente inaccesible, está atrapado en la matriz celular, por ejemplo en semillas de leguminosas (Tovar y col., 1992a). El AR de tipo 2 se refiere a aquel contenido en granos de almidón nativo cristalino que es poco susceptible a hidrólisis, por ejemplo: el contenido en papas crudas o plátanos verdes (Englyst y Cummings, 1987), mientras que

el AR tipo 3 corresponde a aquella fracción de almidón retrogradado, producido en alimentos refrigerados después de su cocción (Noah y col., 1998)”.³

2.2.6.-INULINA

La inulina estimula el crecimiento de la micro biota intestinal benéfica y pertenece a la familia de glúcidos complejos, es una poliosa que resulta de la condensación polimérica de moléculas de fructofuranosa (forma cíclica de la fructosa), en cadena lineal de moléculas de fructosa (de 20 a 60), con una molécula de fructosa terminal (también llamada extracto de raíz de achicoria) del grupo de los oligosacáridos, es un tipo de “fibra funcional” soluble en agua, es una mezcla de oligómeros y de polímeros de fructosa de reserva, se encuentra en las raíces, tubérculos y rizomas de ciertas plantas fanerógamas (Bardana, achicoria, diente de león, yacón, cebolla, ajo, cardo y alcachofa. No es digerible por las enzimas digestivas, sino por los microorganismos pobladores del intestino. Su nombre procede de la primera planta que se aisló en 1804, el helenio (*Inula helenim*). Utilizada para reforzar los alimentos procesados, Ello se debe a que atraviesa el estómago y el duodeno prácticamente sin sufrir cambios y alcanza el intestino delgado sin digerir, luego al intestino grueso y allí es metabolizada por las bifidobacterias y los lactobacilos, se dice que la inulina tiene un efecto bifidogénico, por promover el crecimiento de microorganismos beneficiosos para la salud, se considera que tiene actividad prebiótica.

³ Medición de fibra dietética y almidón resistente: reto para alumnos del Laboratorio de Desarrollo Experimental de Alimentos (LabDEA) Angela Sotelo,1 Rosa María Argote,1 Lucía Cornejo,1 Silvia Escalona,1 Maritza Ramos,2 Alma Nava,2 Dariana Palomino2 y Ofelia Carreón2.

2.3.-COMPUESTOS NO POLISACARIDOS NO CARBOHIDRATADOS Y ESTRUCTURALES.

Lignina, cutina, taninos, suberina, el ácido fítico, las proteínas y los materiales inorgánicos como el calcio, el potasio y el manganeso, del total de fibra ingerida en la dieta aproximadamente el 20% es soluble y el 80% insoluble.

2.3.1.- LIGNINA, es la única fibra no polisacárido, no hidrato de carbono, que es polímero orgánico de estructura tridimensional basada en unidades de los alcoholes aromáticos sinapril, y son polímeros mixtos de fenilpropano, insoluble en ácidos y soluble en álcalis fuertes como el hidróxido de sodio, da dureza y resistencia a la planta, Tiene un elevado peso molecular que resulta de la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropílicos (cumarílico, coniferílico y sinapílico), dando como resultado redes de lignina-hidratos de carbono, El acoplamiento aleatorio de estos radicales da origen a una estructura más dura o leñosa de los vegetales del 25%, en acelga, lechuga, el tegumento de los cereales. No es un nutriente, ya que no participa directamente en procesos metabólicos básicos del organismo, en la composición de la madera, los rangos más comúnmente encontrados son: Celulosa: 38-50%; Hemicelulosa: 23-32% y Lignina: 15-25%. Sus propiedades son:

- Tiene funciones fisiológicas, como estimular perístasis intestinal.
- Inhibe el crecimiento de colonias bacterianas intestinales.
- Por su efecto hidrofóbico, tiene una acción muy potente en la adsorción de ácidos biliares.
- Protege a la mucosa colónica frente a agentes cancerígenos.

2.4.--POLISACARIDOS NO ESTRUCTURALES

Son: Gomas, Mucilagos, carrageninas, alginatos.

2.4.1.-GOMAS

Son polisacáridos complejos que forman sustancias viscosas y que son segregadas por algunos vegetales como respuesta a las agresiones. Su estructura está constituida por largas cadenas de ácido urónico, xilosa, manosa o arabinosa, solubles como la goma guar, arábica, karaya y tragacanto, Son fibra soluble y sus propiedades son similares a las que poseen las pectinas.

2.4.2.-MUCILAGOS

Son polisacáridos muy ramificados de pentosas (arabinosa y xilosa). Los pentosanos, los hexosanos, el ácido urónico, que secretan las plantas frente a las lesiones, Cuanto mayor es su maduración, mayor es la cantidad de celulosa y Lignina y menor la de mucílagos y gomas. Forman parte de Plantago ovata, de ciertas algas (Rodoficeas, Gelidium, Pterocladia, Gracilaria, Gigartina y Chondrus).

De las que se obtienen el agar- agar y los carragenatos; de Feoficeas (Fucus y Laminaria) de las que se obtiene la algina y de las semillas de acacia y tomate.

Son fibras solubles y algunos tienen función laxante, con el agua forman disoluciones viscosas, retienen agua, pueden hincharse para formar una Pseudo disolución gelatinosa, son hemicelulosas neutras, la goma xantana es elaborada por una bacteria xanthomonas campestris.

Los mucílagos de plantas superiores se clasifican en dos grandes grupos:

A).- MUCÍLAGOS ÁCIDOS: se combinan con los ácidos biliares y tienen acción hipocolesterolemizante. Tienen efecto emoliente y laxante. Ejemplos de plantas que los contienen son el lino, el llantén, la ispágula, la zaragatona, la malva y el malvavisco.

B).-MUCÍLAGOS NEUTROS (galactomananas, glucomananas): retardan la absorción de azúcares (glúcidos) y grasas (lípidos) al formar con ellos soluciones coloidales. Se encuentran en el glucomanano, la alholva, la ciruela y la goma de guar.

Propiedades:

- Disminución del tiempo de vaciado gástrico.
- Suministran el sustrato fermentable para las bacterias del intestino.
- Fijan los ácidos biliares.

2.4.3.-CARRAGENINA.

Es una fibra soluble, "un polisacárido de alto peso molecular con contenido de éster sulfato de 15% a 40% formado por unidades alternadas de D-galactosa y 3,6-anhidro-galactosa (3,6-AG) unidas por enlaces α -1,3 y β -1,4- glucosídica"⁴. Ubicada en la pared de células y en la matriz intercelular del tejido de las algas. Los grupos sulfato presentes en la molécula determinan las características de los distintos tipos de carrageninas, se pueden clasificar en tres grupos principales; kappa (κ) que forma geles rígidos, iota (ι) que forma geles elásticos y lambda (λ) que no gelifica pero forma disoluciones viscosas. La presencia de grupos sulfato en el polisacárido ayuda a mantener la estabilidad y la estructura de la carragenina y esta se encuentra rellenando los huecos en la estructura de celulosa de las paredes celulares de algunas algas de familias de Rhodophyceae

⁴ <http://www.agargel.com.br/carragenina-tec.html>

(algas rojas) con pigmento rojo (FICOERITRINA). Gigartina stellata, Chondrus crispus, el alga tradicional productora de carragenano, conocida como "musgo irlandés".

El uso de mezclas de carrageninas Kappa I y Kappa II produce estructuras más firmes, elásticas y con mayor retención de agua, que cuando se utilizan ambas por separado. Se usa como estabilizador, para la suspensión del Cacao en la fabricación de chocolate y para filtrar bebidas.

Las células intestinales absorben muy fácilmente la carragenina, explicó Tobacman, pero no la pueden metabolizar. A medida que la carragenina se acumula en las células puede hacer que se destruyan y en este tiempo el proceso podría conducir a ulceración *"Este aditivo carece de propiedades nutritivas y favorece la formación de tumores cancerígenos."*

2.4.4.-ALGINATO.

Es una fibra soluble, un polisacárido aniónico que está en las paredes celulares de algas marinas pardas, corresponden a polímeros orgánicos derivados del ácido algínico, Son compuestos que incluyen productos constituidos por los ácidos D-manúrico y L-gulurónico y que son extraídos de algas marrones conocidas como Phaeophyceae, siendo que las más importantes para la producción comercial de los alginatos incluye: Macrocystis pyryfera, Laminaria hyperborea, Laminaria digitata y Ascophyllum nodosum, No todos los alginatos gelifican, por su capacidad para producir geles irreversibles en agua fría, en la presencia de iones de calcio, Esta propiedad de gelificar en el agua fría diferencia a los alginatos de las gomas derivadas de las algas rojas, Muchos alginatos son usados, como espesantes, estabilizantes de emulsiones, gelifican té, inhibidores de sinéresis.

2.4.5.-OTRAS SUSTANCIAS

La lactulosa es un azúcar sintético. La cutina polímero formado por muchos ácidos grasos. Los Taninos son compuestos polifenólicos muy astringentes, cumplen función cicatrizante al constreñir los vasos sanguíneos ayudan a la coagulación de la sangre. La **suberina** es un polímero natural (biopolímero); sus cantidades de 1-alcoholes y 1-ácidos alcanoicos, ácido fítico, tiene también una reconocida capacidad antioxidante que previene el desarrollo de daños celulares y cáncer.

2.5.-COMPONENTES QUÍMICOS DE LA FIBRA DIETÉTICA

2.5.1.-POLISACARIDOS NO AMILÁCEOS

Son todos los polímeros de carbohidratos que contienen al menos 20 residuos de monosacáridos, mediante la hidrólisis ácida o enzimática específica. Entre estos se encuentra la celulosa, la hemicelulosa, la pectina, los mucílagos, las gomas y los β -glucanos y polisacáridos de algas.

2.5.2.-OLIGOSACARIDOS RESISTENTES

Son carbohidratos con un nivel de polimerización menor, unidades de bajo peso molecular, tienen de tres a diez moléculas de monosacáridos.

2.5.3.-FRUCTO OLIGOSACÁRIDOS (FOS): son Kestosa, nistosa fructosilnistosa, constituidos por una molécula de sacarosa y una, dos y tres fructuosas en forma lineal.

2.5.4.-GALACTO OLIGOSACÁRIDOS (GOS): en donde a una molécula de lactosa (glucosa y galactosa) se une también en disposición lineal de una a cuatro galactosas.

x-D-Glu (1-4)-B-D-Gal(1-6)_n N=2 a 5, xilooligosacáridos (XOS) e isomalto oligosacáridos (IMOS).

Son rápidamente solubles en agua y de bajo poder endulzante, Son resistentes a la acidez del intestino y a las enzimas del intestino delgado, llegan al intestino grueso sin ser modificadas, luego son fermentadas por las bacterias presentes en el colon.

Azucares Neutros: Arabinosa, xilosa, manosa, ramnosa y galactosa.

Azucares Ácidos: ácido glucurónicos y galacturónicos.

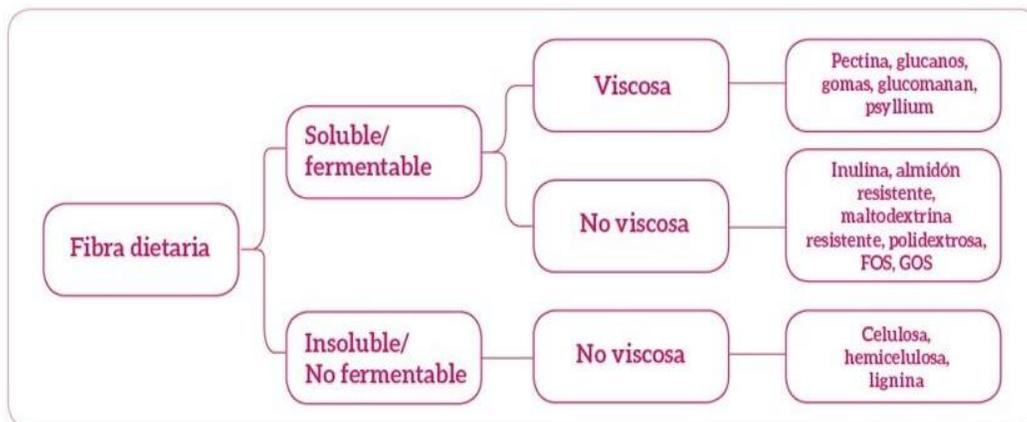
Dentro de los oligosacáridos tenemos la "Rafinosa" (trisacárido) que se encuentra en la remolacha (formado por galactosa+fructosa+glucosa).

Estragiososa, en legumbres y zapayo (galactosa+galactosa+glucosa+fructuosa).

Se encuentran en forma importante en la leche materna, favoreciendo el desarrollo de una flora intestinal especial, bífida bacterias, que protegen al intestino de gérmenes dañinos. Algunos oligosacáridos son agregados a alimentos para favorecer el desarrollo de una flora bacteriana saludable, y cumplir con una función "prebiótica".

2.6.-CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS SEGÚN SOLUBILIDAD

Se basa en el Grado de Solubilidad de la fibra en el agua y que dará origen a la mayoría de las tablas que se usan habitualmente en dietética:



Clasificación de las fibras según solubilidad

2.6.1.-FIBRA INSOLUBLE.

Forma una mezcla de baja viscosidad, característica propia de celulosa, hemicelulosas, lignina, almidón resistente, retienen poca agua y se hinchan poco, este tipo de fibra predomina en alimentos como el salvado de trigo, granos enteros, algunas verduras y en general en todos los cereales. Son poco fermentables y resisten la acción de los microorganismos del intestino, también el almidón resistente, Su principal efecto en el organismo es el de limpiar, como un cepillo natural, las paredes del intestino desprendiendo los desechos adheridos a ésta; además de aumentar el volumen de las heces y disminuir su consistencia y su tiempo de tránsito a través del tubo digestivo.

2.6.2.-FIBRA SOLUBLE.

Esta fibra, al llegar al intestino grueso es fermentada y genera ácidos grasos, los cuales poseen efectos beneficiosos para la microflora del colon⁵.

⁵ Valenzuela, A. & Maíz, A. (2006). El rol de la fibra dietética en la nutrición enteral. Rev Chil Nutr. 33 (2): 342-351

La microflora está definida como un conjunto de microorganismos que se encuentran de forma normal en el cuerpo humano, en este caso en el intestino grueso y tienen como función ayudar a mantener el estado de salud a través del mantenimiento de los tejidos, la protección contra infecciones y la secreción de vitaminas.

Forma una mezcla de consistencia viscosa, cuyo grado depende del alimento ingerido. Se encuentra fundamentalmente en las frutas (Naranjas y Manzanas) y en los vegetales (Zanahorias) y otros. Los componentes (inulina, pectinas, gomas y fructo oligosacáridos) que captan mucha agua y son capaces de formar geles viscosos, son fermentables por los microorganismos intestinales, por lo que produce gran cantidad de gas en el intestino. Al ser muy fermentable favorece la creación de flora bacteriana que compone 1/3 del volumen fecal, por lo que este tipo de fibra también aumenta el volumen de las heces y disminuye su consistencia, disminuye y ralentiza la absorción de grasas y azúcares de los alimentos (índice glucémico), lo que contribuye a regular los niveles de colesterol y de glucosa en sangre. Este tipo de fibra predomina en las legumbres, en los cereales (avena y cebada) y en algunas frutas. Cerca del 75% de la fibra dietética en los alimentos está presente en la forma de fibra insoluble.

Es Prebiótico por las siguientes condiciones:

Llega intacto al intestino, o sea no es asimilado. Constituye substrato privilegiado para tipos de bacterias del colon (BIOS selectivo). La fermentación del prebiótico Dual en el intestino grueso incrementa la absorción de calcio y magnesio, apoyando así la mineralización del tejido óseo.

2.7.-CLASIFICACION DE LA FIBRA DIETETICA SEGÚN SU COMPOSICION:

2.7.1.-FIBRA VERDADERA O VEGETAL

Está integrada por los componentes de la pared celular de las plantas, como son la celulosa, la hemicelulosa y la lignina.

2.7.2.-FIBRA DIETÉTICA TOTAL

Este tipo de fibra Incluye todos los compuestos, fibrosos o no, que no son digeribles por las enzimas del intestino humano.

2.7.3.-FIBRA BRUTA O CRUDA

Es el residuo libre de cenizas que resulta del tratamiento en caliente con ácidos y bases fuertes (álcalis). Constituye el 20-50% de la fibra dietética total. La fibra cruda tiene poca significancia fisiológica en la nutrición humana.

2.8.-CLASIFICACION DE LA FIBRA DIETETICA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA FERMENTACION BACTERIANA.

2.8.1.-FIBRA POCO FERMENTABLE

Cuyo contenido es rico en celulosa y lignina, resistente a la degradación bacteriana y es excretada intacta por las heces.

2.8.2.-FIBRA MUY FERMENTABLE

Son fibras ricas en hemicelulosas, arabinoxilanos, ácido glucurónico y pectinas que son fermentadas y degradadas por la flora del colon (inulina, pectinas, gomas y fructo

oligosacáridos), captan mucha agua y forman geles viscosos y favorecen la creación de flora bacteriana que compone 1/3 del volumen fecal.

Esta fibra da lugar a la Fermentación bacteriana y los monosacáridos son catabolizados como resultado de la oxidación a ácido pirúvico, a través de una secuencia de pasos metabólicos por enzimas específicas. Las bacterias pueden utilizar vías diferentes para formar ácido pirúvico más de una vía puede ocurrir de manera simultánea en el mismo microorganismo. En el proceso de fermentación se pueden liberar en el colon minerales que estaban unidos a la fibra.

Los productos finales característicos de la fermentación bacteriana son: a) Ácido láctico, b) Ácido acético y fórmico, c) Ácido láctico y alcohol etílico (etanol), d) Acetil metilcarbonil (acetoina) y CO₂, e) Ácido succínico a ácido propiónico y CO₂, f) Acetona a alcohol isopropílico (isopropanol) y CO₂. g) Ácido butírico a alcohol butílico (butanol).

2.9.-IMPORTANCIA DE LAS PROPIEDADES FISIOLÓGICAS DE LA FIBRA SEGÚN EL CONSUMO.

2.9.1.-FIBRA DIETÉTICA CONTRIBUYE A LA BAJA DE LA TENSIÓN ARTERIAL y se asociaba con unas cifras tensionales menores tanto sistólica como diastólica. Disminuye la enfermedad coronaria un 4% para cada porción adicional diaria de ingesta de fruta y vegetales, y un 7% cuando se consideraba solo la ingesta de fruta y la respuesta de insulina. Evita Divertículos, que se forman debido a la excesiva presión que tiene que ejercer la pared del colon al intentar expulsar las heces, evita el cáncer de colon por contener micronutrientes protectores del cáncer.

2.9.2.-AUMENTO DE EXCRECIONES DE ÁCIDOS BILIARES

Los alimentos fibrosos reducen el colesterol porque son ricos en Saponina, que facilita la absorción de gran cantidad de sales biliares, Esto obliga al hígado a la producción de más sales biliares, que se obtienen a partir del colesterol de la sangre, haciendo que sus niveles se reduzcan. Determinadas cepas bacterianas como el CLOSTRIDIÚM PUTRIFICANS, con capacidad cancerígena, utilizan como sustrato a los ácidos biliares y al colesterol, Otras bacterias dan lugar al ácido litolítico y otros mógatenos que son inhibidos por algunos tipos de fibra.

2.9.3.-DISMINUCIÓN DE LA ABSORCIÓN DE LAS GRASAS

Las grasas no se pueden emulsionar ni transportar hasta la mucosa intestinal por efecto de la fibra. El estímulo del centro de la saciedad puede influir en la disminución de la ingesta calórica y de glucemia e insulina postprandial, reduciendo así el estímulo de síntesis hepática de colesterol. La interrupción provoca que el hígado tenga que formar nuevas sales biliares y por tanto, recurrir a las reservas orgánicas de colesterol.

2.9.4.-CAPTACIÓN Y FIJACIÓN DE SUSTANCIAS ORGÁNICAS E INORGÁNICAS.

La fibra rica en ácido urónico⁶ tiene facultad para fijar minerales, Calcio, Fósforo, zinc, Hierro, Magnesio y vitaminas. Las sustancias que secuestra la fibra pueden ser atrapadas entre las redes que generan de forma natural las fibras, ligadas mediante enlaces de muy diversos tipos, lo que hace que la posibilidad de escape de estas sustancias sea mínima. Los betaglucanos de la avena que están libres pueden ionizar y quelar metales como Ca y Mg, con propiedades hipocolesteromiantes. Los antioxidantes como la vitamina C están contenidas en cantidades importantes en los alimentos con fibras,

⁶ El ácido urónico se produce por oxidación del carbono del otro extremo de la cadena (C-6) en glucosa, manosa y galactosa (se oxida el grupo alcohólico primaria, lo que ocurre en el D-glucuronato)

impide la reducción de nitratos a nitritos por las bacterias intestinales previniendo con ello la aparición de cáncer. El aumento de biodisponibilidad mineral y la producción de ácidos grasos de cadena corta, disminuye el PH luminal, aumentando iones calcio y magnesio solubles que pueden ser absorbidas por difusión pasiva.

2.9.5.-CAPACIDAD DE INTERCAMBIO IÓNICO

La fibra es capaz de captar cationes, tiene un efecto quelante destacando en esta propiedad las pectinas y alginatos y en menor grado otros componentes vegetales como los filatos, silicatos y oxalatos que pueden quelar cationes divalentes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}). . La capacidad de intercambio de cationes de las hortalizas es superior a la de los cereales (0.5 a 3.2 meq/g).

Los ácidos grasos de cadena corta al penetrar en la célula intestinal se disocian generando iones hidrógeno (H^+), que salen al lumen intercambiándose con iones sodio (Na^+) que penetran en el enterocito colónico. De este modo, estos ácidos son estimulantes de la absorción de Na y agua, logrando retraso de la absorción intestinal de los hidratos de carbono y fermentación en el intestino grueso por microorganismos del colon, dentro de los que se encuentran las bacterias probióticas, en esta reacción se producen ácidos grasos de cadena corta, descienden los niveles de pH de 7 a 6 y sube la temperatura. Las dietas ricas en fibras reducen los niveles de amoníaco intestinal que tiene carácter citotóxico, metabolizándolo como fuente nitrogenada.

2.9.6.-CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, VISCOSIDAD Y RETENCIÓN DE AGUA.

Por el grado de solubilidad de la propia fibra, por el tamaño de las partículas y por el pH. La absorción de agua se produce por fijación a la superficie o por atrapamiento en el interior de la macromolécula, retener agua en la matriz de la pared celular.

2.9.7.-TRASTORNOS RELACIONADOS CON EL DÉFICIT DE FIBRA

La falta de fibra dietética genera el riesgo de desarrollar enfermedades o condiciones crónicas específicas. Las más importantes son las enfermedades coronarias, Diabetes Tipo 2, ciertos tipos de cáncer y la obesidad.

2.9.8.-TRASTORNOS RELACIONADOS CON EL EXCESO DE FIBRA.

El exceso de fibra hace que los alimentos pasen tan rápidamente por tu tracto digestivo que las vitaminas y minerales no alcanzan a ser absorbidos por las paredes intestinales, comer demasiada fibra también puede causar diarrea o incluso estreñimiento si consumes mucha.

3.-FUENTES DE FIBRA DE POTENCIAL PREBIÓTICO.

Entre los componentes de la fibra dietética considerados como PREBIÓTICOS se encuentran los fructo-oligosacáridos (FOS), galacto-oligosacáridos (GOS), xilo-oligosacáridos (XOS) y la inulina.

La fibra dietética se encuentra en las frutas (pera, fresa, mora, frambuesa, grosella y naranja, entre otras), las verduras (col de Bruselas, alcachofa, cebolla, ajo, maíz, guisantes y judías verdes, entre otras), las legumbres (lentejas, garbanzos, alubias, frijoles y ejotes, entre otras) y los granos de cereal enteros (salvado de trigo, de avena, pan de cereales integrales o multi-cereales y maíz). Estudios recientes han demostrado

que la fibra de arroz es utilizada para aumentar la supervivencia de bacterias probióticas en el intestino humano.

3.1.-PREBIÓTICOS Y SU RELACIÓN CON LOS PROBIÓTICOS.

Los prebióticos son considerados como componentes funcionales, aunque éstos no sean digeridos por las enzimas del organismo humano, producen un efecto beneficioso en el hospedador al estimular el crecimiento selectivo y/o la actividad metabólica de bacterias benéficas del colon como los Lactobacilos y las Bifidobacterias, considerados probióticos.

Los probióticos "son microorganismos vivos, que al ser ingeridos en cantidades adecuadas producen efectos benéficos para la salud, además de los efectos de nutrición". Los probióticos estimulan las funciones protectoras del sistema digestivo con la producción de bacteriocinas y ácido láctico. Son también conocidos como bioterapéuticos, bioprotectores o bioprolifácticos y se utilizan para prevenir las infecciones entéricas y gastrointestinales. Algunos de los microorganismos usados como probióticos humanos son los siguientes:

Lactobacillus acidophilus, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. fermentum*, *L. reuteri*, *Lactococcus lactis* spp. *cremoris*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. infantis*, *B. adolescentis*, *B. longum*, *B. breve*, *Enterococcus faecalis* y *Enterococcus faecium*, entre otros. Aquella fibra que llega al intestino grueso sin haber sido transformada digestivamente es digerida por las bacterias residentes en el colon, las cuales con sus numerosas enzimas de gran actividad metabólica pueden digerir en mayor o menor medida dicha fibra en dependencia de su composición química y de su estructura.

4.-MÉTODOS ANALÍTICOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA FIBRA DIETETICA

Para medir la fibra dietética se utilizan los métodos gravimétricos y métodos enzimáticos químicos.⁷

4.1.-METODOS GRAVIMETRICOS

Se basan en pesar el residuo que queda después de una solubilización enzimática o química de los componentes que no son fibra. Se limitan al cálculo de las fibras totales o de las fibras solubles e insolubles.

4.2.-METODOS QUIMICOS

Son más complejos por la fracción que se analiza se clasifican en:

4.2.1.-Fibra cruda

Se basa en el tratamiento secuencial con ácidos y álcalis en condiciones estandarizadas. Con este método se subvalora en forma importante el contenido de FD ya que se disuelve gran parte de la hemicelulosa y lignina, cantidades variables de celulosa y toda la fibra soluble.

Los valores de fibra cruda no tienen relación con el verdadero valor de FD de los alimentos humanos. Los valores de FD generalmente son 3 a 5 veces mayores que los valores de fibra cruda, pero no puede hacerse un factor de corrección porque la relación entre fibra cruda y FD varía dependiendo de los componentes químicos. La fibra cruda tiene poca significancia fisiológica en la nutrición humana y no debiera usarse para informar del contenido de fibra de los alimentos.

4.2.2.-Fibra ácido detergente

⁷ <http://www.fao.org/docrep/010/ah833s/Ah833s18.htm>

Este método consiste en someter la muestra a ebullición con bromuro de cetiltrimetilamonio en medio ácido y subsecuente filtración y lavado del residuo, Este método da una buena estimación de celulosa y lignina, En el residuo se puede analizar la celulosa o lignina.

4.2.3.- Fibra neutra detergente

Este procedimiento envuelve la extracción del alimento con una solución caliente de laurilsulfato de sodio y la subsecuente determinación gravimétrica del residuo. Este método da una buena estimación de la fibra insoluble (celulosa, hemicelulosa y lignina) y ha sido usado ampliamente para evaluar los alimentos de consumo humano.

4.2.4.-Fibra dietética total simplificada

Recientemente un método gravimétrico no enzimático fue desarrollado para el análisis de FD total (FDT) en productos con bajo contenido de almidón como frutas y verduras. Este método ha sido estudiado en forma colaborativa bajo los auspicios de la AOAC. Para la mayor parte de las dietas que contienen almidón este método sobreestima el contenido de FDT.

4.3.-METODO ENZIMATICO-GRAVIMETRICO

Estos métodos se basan en digerir las proteínas e hidratos de carbono con enzimas, el remanente se adjudica a la FD previo descuento del contenido de cenizas y proteínas remanentes. Puede determinarse la FI sola o por precipitación con alcohol, se puede incluir la FS y se pueden determinar separadas o juntas.

Podemos mencionar la técnica de **ASP Y COLS** que emplea Termamyl como alfa amilasa, pepsina, pancreatina y permite determinar la FDT o separada en soluble e insoluble; la de **PAK Y COLS**, que utilizando las mismas enzimas, introduce modificaciones que simplifican la determinación de FDT empleando Termamyl, proteasa, glucoamilasa y que por el hecho de trabajar con enzimas bacterianas, hay que comprobar que no tenga presencia de actividad enzimática que digiera la fibra (pectinasas, hemicelulasas).

El método es más simple, más rápido y más esquematizado que el de **ASP**, hay buena correlación entre ambas técnicas.

Posteriormente Prosky y cols, lograron determinar por separado la FI y FS. Los métodos de Prosky han sido reconocidos como métodos oficiales de la AOAC para la determinación de FDT, FI y FS. Las principales ventajas de estos métodos es que son relativamente exactos y precisos comparados a otros procedimientos, Cuando se comparan a métodos más sofisticados usando técnicas de GLC o HPLC. Los métodos de FD de la AOAC incluyen almidón resistente y que el secado de la muestra previa al análisis, puede aumentar la FD por reacción de Maillard y almidón resistente.

4.4.-METODOS QUÍMICO-ENZIMÁTICO-GRAVIMÉTRICO

La fibra dietética total será igual a: (fibra neutrodetergente + fibra soluble)

Método gravimétrico que ha sido declarado oficial por la AOAC para análisis de rutina de FDT. El método usa el procedimiento de fibra neutro detergente y lo combina con una determinación separada de FS para derivar la FDT, El valor así determinado está en concordancia con valores de FDT medido por métodos enzimático gravimétricos ya

señalados, Este método fue aprobado por la AOAC para determinaciones de FDT solamente y no para determinaciones de FS y FI.

4.5.-METODO ENZIMATICO QUIMICO

El residuo de las fibras obtenido después de la digestión enzimática es hidrolizado con ácidos fuertes para liberar los azúcares monoméricos que se determinan colorimétricamente, por **GLC** o **HPLC**. Los azúcares ácidos se cuantifican por descarboxilación y medición del anhídrido carbónico liberado o colorimétricamente.

5.-COLORIMÉTRICOS

En soluciones ácidas, los carbohidratos producen reacciones de condensación con un gran número de sustancias dando productos coloreados que pueden medirse espectrofotométricamente.

5.1.-MÉTODO DE SOUTHGATE

Se basa en el fraccionamiento de FD en polisacáridos no celulósicos solubles e insolubles medidos colorimétricamente como hexosas, pentosas y ácidos uránicos, celulosa como glucosa y la lignina gravimétricamente como residuo insoluble en H₂SO₄ 72%, sobreestima el valor de FD porque no considera la hidratación de los azúcares al hidrolizar los polisacáridos y porque las reacciones colorimétricas que emplea de hexosas, pentosas y ácidos uránicos con antrona, orcinol y carbazol respectivamente son poco específicas.

5.2.-CROMATOGRAFÍA DE GAS LÍQUIDO

Analiza los azúcares que componen la fibra dietética después de su derivación a compuestos volátiles y de su separación con cromatografía de gas líquido, generalmente 5-6 monómeros neutros. Los carbohidratos en presencia de ácidos fuertes se combinan con una cantidad de sustancias para producir cromógenos que se pueden medir por espectrofotometría bajo condiciones estandarizadas específicas: las hexosas se pueden determinar con antrona, las pentosas con orcinol, los ácidos urónicos con carbazol, el ácido urónico es técnicamente difícil de cuantificar por cromatografía, por lo tanto la mayoría de los procedimientos miden el ácido urónico por el método del carbazol sus valores son factores de corrección para hexosas y pentosas.

5.3.-MÉTODO DE ENGLYST Y COLS.

Con esta técnica es posible obtener en un mismo ensayo la determinación de los polisacáridos que no son almidón, polisacáridos no celulósicos y polisacáridos insolubles que no son almidón. La lignina no es posible medirla. Hay que hacer notar que no se incluye el almidón resistente en la determinación de FD a diferencia de la determinación de FD por métodos enzimático-gravimétricos.

Un punto importante de notar es que los polisacáridos que no son almidón soluble, se calculan como la diferencia entre el total y F.I.

5.4.-MÉTODO DE THEANDER Y COLS.

Se describen 3 métodos que permiten determinar la FDT o desglosada en soluble e insoluble, Los azúcares neutros se analizan por GLC, los ácidos urónicos por descarboxilación y la lignina por gravimetría, Este método incluye almidón resistente y

lignina. Se ha dado a conocer una reciente versión del método para un análisis rápido de FD (método de Uppsala).

5.5.-CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA DE ALTA PRESIÓN

Se determina la composición de los monosacáridos de los residuos de FD empleando HPLC. El HPLC es una técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica.

6.-FACTORES A TOMAR EN CUENTA PARA LA ELECCIÓN DEL MÉTODO:

Se elige de acuerdo al propósito: Si será utilizado para efectos de legislación o etiquetado nutricional debe utilizarse los métodos enzimático-gravimétricos.

Si se desea información más detallada para efectos de investigación debe usarse los métodos cromatográficos.

7.-EJEMPLO:

Se desea saber la cantidad de fibra que contiene un concentrado de fruta, para consignar en su etiquetado, que método es el adecuado para este fin?. Evidentemente se debe elegir un método gravimétrico, y específicamente el de fibra cruda, determinándose de esta manera: El método de fibra cruda o el método de Weende fueron desarrollados en el año 1850 para la determinación del material indigerible en alimentos y forrajes. El método implica la extracción secuencial de los componentes que no forman parte de la fibra (proteínas y carbohidratos asimilables, con ácido diluido (H₂SO₄ 1,25% m-V) y

álcali diluido (NaOH 1,25% m-V) y posterior aislamiento del residuo insoluble (fibra cruda) mediante filtración.

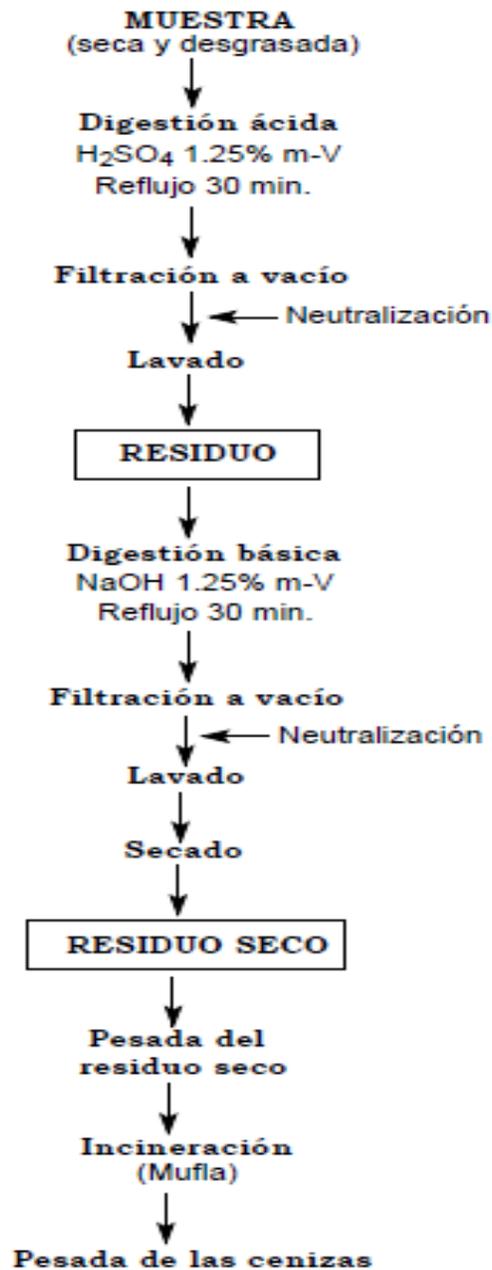


Diagrama del proceso de determinación de fibra dietética

8.-CONCLUSIONES

- Se enriquece los productos alimenticios con contenido de fibra para una adecuada digestión y prevención de riesgo de enfermedades por su interacción en la síntesis de colesterol, la absorción de minerales y vitaminas.
- Las características micro estructurales de la fibra dietética que presenta pequeños orificios irregulares hace que se retenga sustancias como grasas, agua, etc.
- El consumo de fibra en la dieta diaria ayuda al organismo a realizar correctamente sus procesos metabólicos y de regulación a nivel intestinal.

9.-BIBLIOGRAFIA

- FAO capítulo 16, análisis de fibra dietética. producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. 1997
- http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/convenio%20mag%20iica/cara_tula_1.htm
- http://www.teinteresa.es/Microsites/Pregunta_al_medico/Alimentacion/vicentel_ahera/fibra-dietetica_0_725929587.html
- http://www.uco.es/master_nutricion/nb/mataix/fibra.pdf
- http://www.nasdap.ejgv.euskadi.net/r503813/es/contenidos/informacion/resultado_07/es_dapa/adjuntos/AGROFIBRA.pdf
- <http://www.exandal.com/portal/es/carragenina>
- <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v19n1/v19n1a7.pdf>
- http://www.ispch.cl/lab_amb/met_analitico/doc/ambiente%20pdf/fibradietaria.pdf